

Zur Entwicklung des Begriffes Geophysik

Buntebarth, Günter

Veröffentlicht in:
Abhandlungen der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 32, 1981,
S.95-109



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

Zur Entwicklung des Begriffes Geophysik

Von **Günter Buntebarth**, Clausthal-Zellerfeld

Vorgelegt von Walter Kertz

(eingegangen am 4.9.1981)

Die Geophysik als eigenständige Wissenschaft ist eine Fachdisziplin, die ihre Anfänge in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hat. Als Begriff ist der Name Geophysik noch etwas älter und ihr Synonym „Physik der Erde“ reicht in das 18. Jahrhundert hinein. Geophysikalische Methoden werden jedoch seit mehreren tausend Jahren angewandt, ohne daß es eines besonderen Namens bedurft hätte.

Die Anfänge liegen eigentlich schon im natürlichen Bedürfnis der Menschen, den vorhandenen Lebensraum gemeinsam zu nutzen und in den vorgegebenen Grenzen zu überleben. Das Ackerland mußte mit System aufgeteilt werden. Zwangsweise entstanden daraus Methoden der Erdvermessung, die schließlich in der Bestimmung der Größe und Gestalt der Erde gipfelten. In von verheerenden Erdbeben heimgesuchten Lebensräumen wurden Seismographen entwickelt, die wenigstens für einige Leute und in manchen Fällen lebensrettend sein konnten. Die sich im Mittelalter eröffnenden interkontinentalen Handelswege führten zum Austausch von Gütern und auch Erkenntnissen, die halfen, den Widerwärtigkeiten der Lebensräume zu begegnen. Die Verbreitung der Kenntnis vom Magnetfeld der Erde in ihrer Nutzbarmachung für die Schifffahrt auf hoher See und damit zur Vermehrung des Wohlstandes der seefahrenden Nationen ist ein erlesenes Beispiel.

Bei einer solchen Betrachtungsweise ist die Geophysik eine uralte Disziplin oder besser: ihre Elemente sind uralte. Es fehlte das Fachwerk, das die Elemente in sich vereinigte.

Dieser Umstand hat sich eben nicht glücklich auf die Konstituierung einer eigenständigen Wissenschaft Geophysik ausgewirkt. In die Elemente der Geophysik teilten sich mit wechselnden Interessen die Astronomie, die Physik, die Geologie und die Geographie. Der letzteren Wissenschaft ist es eigentlich zu verdanken, daß durch ihre vergeblichen Versuche, die Geophysik sich einzuverleiben, die Eigenständigkeit erst klar durch die der Geophysik eigenen Methoden formuliert werden konnte.

Die Astronomen besaßen seit NEWTON das mathematische Rüstzeug zur genaueren Berechnung von Größe und Gestalt der Erde. Die schnellen Fortschritte in der Konstruktion immer exakterer und komplizierterer Beobachtungsgeräte sowie der Auswertung der Meßdaten förderten das Spezialistentum.

Die Physiker nahmen sich hauptsächlich der Schwere der Erde, ihrer Dichte, des Erdmagnetismus und des thermischen Zustandes der Erde an.

Die Geologen im heutigen Sinne, d.h. im wesentlichen diejenigen, die sich Geognosten bis etwa in die siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nannten, benutzten die Ergebnisse aus der Astronomie und Physik nur propädeutisch. Ihnen ging es mehr um die Struktur, Zusammensetzung und Veränderung der Erdkruste, die ihr Untersuchungsobjekt war. Dabei spielten aber die physikalischen Eigenschaften der Gesteine und die Auswirkung des Magnetismus, der Wärme im Erdinnern, der Erdbeben und anderer tellurischer Erscheinungen auf die Erdkruste eine grundlegende Rolle.

Die sich im 18. Jahrhundert zu formieren beginnende Geographie als Wissenschaft hatte wie die Geologie die Erde zum Objekt, nur daß die Methoden der Geographie auf die Erdoberfläche angewandt wurden, und die Geologie ihre Methoden sowohl auf die Erdkruste und das tiefere Erdinnere anwendete und auch heute noch anwendet, wie auch auf den jetzigen Zustand der Erde und auf die vergangenen Zustände.

Das Interesse an den Elementen der Geophysik muß daher zum einen in der Geographie und in der Geologie untersucht werden und zum anderen, wenn es sich um die rein mathematisch-physikalische Betrachtung handelt, in der Astronomie und in der Physik. Die ersten beiden Disziplinen waren im wesentlichen als empirische Wissenschaften zu verstehen, wohingegen die letzteren als Naturwissenschaften völlig abweichende Betrachtungsweisen anwendeten wegen der sich in Formeln ausdrückbaren Naturgesetze, die auch für die Elemente der Geophysik galten. Die Diskrepanz zwischen den empirischen Wissenschaften und den Naturwissenschaften konnte erst überwunden werden, nachdem die Elemente der Geophysik in einer postulierten naturwissenschaftlichen Erdkunde, die den Namen Geophysik annahm, vereinigt wurden.

Bei einer historischen Betrachtung der Geophysik muß unterschieden werden zwischen einer Historie der geophysikalischen Elemente und derjenigen der Fachdisziplin namens Geophysik. Die hier skizzenhaft aufzuzeigende Entwicklung umfaßt nur die Entstehung des Fachwerkes, das die geophysikalischen Elemente zu einem sinnvollen Ganzen in sich vereinigt.

Es ist jene Entwicklung, die zur Konstituierung der Fachdisziplin geführt hat. Weniger die Fülle des sich anhäufenden Untersuchungsmaterials ist es gewesen, die die eigenständige Wissenschaft Geophysik initiierte, sondern im wesentlichen das, was eine Wissenschaft ausmacht, die ihr eigenen Methoden. Sie sind es gewesen, die diejenigen tellurischen Erscheinungen vereinigte, die die Geophysik formierten.

Obwohl schon im 17. Jahrhundert vereinzelt Versuche unternommen wurden, eine mathematische und physikalische Geographie darzustellen, sei hier willkürlich der Beginn der Betrachtungen in das 18. Jahrhundert gelegt. LULOFS (1755) hatte mit seinem Werk „Einleitung zu der mathematischen und physikalischen Kenntnis der Erdkugel“ einen wegweisenden Schritt getan. Er behandelte die Gestalt der Erdkugel, ihre Größe und Bewegungen im All und gab eine Beschreibung der Erdoberfläche. Dieses Pionierwerk in der Bearbeitung einer Erdkunde, die einen frühen Ansatz eines, vom Thema her gesehen, geophysikalischen Teils erkennen ließ, blieb im groben noch hundert Jahre später das, was die mathematische und physikalische Geographie ausmachte. Sehr verdienstvoll für geophysikalische Betrachtungen war das

Wirken des Göttinger Astronomen Tobias MAYER (1752–1830). Von seinen zahlreichen Arbeiten, die die Erde als Objekt behandeln, sei besonders auf das „Lehrbuch über physische Astronomie, Theorie der Erde und Meteorologie“ von 1805 hingewiesen.

FABRI (1800) war einer der ersten, der ein System der Erdkunde vorstellte, um sie als Wissenschaft zu charakterisieren. Er teilte die Erdkunde ein in die natürliche oder physikalische, in die mathematische und in die politische. Diese Einteilung war über viele Jahrzehnte maßgebend und schon von LULOFS (1755) vorgezeichnet. In KANTS physischer Geographie (KANTS gesammelte Schriften 1923) ist die Geographie als eine Naturbeschreibung der ganzen Erde definiert. Es wird zwischen einer physischen, mathematischen, politischen, merkantilischen und theologischen Geographie unterschieden. Darin kommt deutlich zum Ausdruck, daß KANTS Geographie betont anthropozentrisch ist und wenig naturwissenschaftliches Interesse erkennen läßt.

In dieser Zeit, d.h. um 1800, als die Gelehrten begannen, methodologisch über die Erdkunde nachzudenken, kann ein vage formulierter Anfang der Geophysik erkannt werden. Er äußert sich z.B. in dem Bericht über die Ausstattung der Fregatten des Herrn de LAPEROUSE zur Weltumsegelung 1785 und seinen Verpflichtungen dem französischen Königshaus gegenüber (GILBERT 1800). Darin heißt es, „auf jeder Fregatte wird ein Register gehalten, in welches Tag für Tag die Beobachtungen über den Zustand des Himmels, ... und alles, was zur Meteorologie gehört, eingetragen wird. An den Landungsplätzen wird er alles, was zur Physik der Erde gehört, untersuchen lassen.“ Was dabei alles zur Physik der Erde gehörte, wurde nicht berichtet. Doch 15 Jahre später erschien die erste Monographie zur Physik der Erde von dem Physiker Georg Friedrich von PARROT (1815) aus Dorpat (heute: Tartu/Estland). Sein „Grundriß der Physik der Erde und Geologie, zum Gebrauche für akademische Vorlesungen“ beinhaltet zum einen die Elemente der Physik der Erde, woraus wir ersehen können, womit sich die Mannschaft des Herrn de LAPEROUSE an den Landungsplätzen beschäftigt haben mag, und zum andern die Geologie, die damals eine eher spekulative Erdwissenschaft bildete, jedoch von nun an stets mitzubetrachten ist, um die gemeinsam interessierenden Themen zwischen Geologie und Geophysik im Wandel der Zeiten zu erkennen.

Zur Klassifikation erscheint noch erwähnenswert, daß „Physik der Erde“ als ein Abschnitt der Physik verstanden wurde. PARROT schrieb beispielsweise das Buch zu diesem Thema als ein Teil eines 9-bändigen Werkes: „Grundriß der theoretischen Physik, zum Gebrauch für akademische Vorlesungen“, und zwar als Band 3. Der Inhalt seiner „Physik der Erde“ umfaßt 6 Abschnitte: I. Vom Erdkörper überhaupt (Figur und Größe der Erde, Betrachtungen über die Schwere an der Erde), II. Allgemeine Übersicht der Oberfläche der Erde (Übersicht im Äußern, feste Bestandteile der Erdoberfläche und ihre Vorkommen), III. Speziellere Betrachtungen der Erdoberfläche (von den Bergen, von dem Wasser auf dem festen Lande, von dem Weltmeere), IV. Physik des Luftkreises (Eigenschaften und Zustand der Atmosphäre, Hauptphänomene in der Atmosphäre), V. Von dem Magnetismus der Erde und

VI. Geologie (partielle und allgemeine neuere geologische Hypothesen, neueres geologisches System). Der Seitenumfang der einzelnen Kapitel gibt Aufschluß über die vom Verfasser für wichtig erachteten Gebiete: Der I. Abschnitt umfaßt 46 Seiten, der II. Abschnitt 92 Seiten, der III. Abschnitt 238 Seiten, der IV. Abschnitt 116, und der V. und VI. Abschnitt 14 bzw. 175 Seiten. Der Inhalt ist das, was auch in der mathematischen und physischen Geographie (z.B. SCHMIDT 1829/30) betrachtet wurde. Der Begriff „Physik der Erde“ wurde fast ausschließlich von Physikern gebraucht. Nur in Ausnahmen bedienten sich Geognosten dieser Terminologie, z.B. KÜHN (1833), der Physik der Erde als Synonym der Physiographie, der Naturgeschichte des Erdkörpers als Ganzes, auffaßte. NEUMANN las in Königsberg 1827/28 als Physiker und Mineraloge Vorlesungen zur Physik der Erde, und das 1834 eingerichtete mathematisch-physikalische Seminar enthielt viele geophysikalische Aufgaben (KERTZ 1979). Das Buch von PARROT konnte dafür eine ausgezeichnete Vorlage sein.

Die jährlich erschienenen „Fortschritte der Physik“ von Mitte der vierziger Jahre an, herausgegeben von der physikalischen Gesellschaft in Berlin, enthielten ganz selbstverständlich in den entsprechenden Kapiteln auch die Ergebnisse aus der Physik der Erde. Getrennte Abschnitte waren die Meteorologie und die physikalische Geographie. Mit Beginn der fünfziger Jahre trat jedoch eine Wende ein: Die Fortschritte erhielten von nun an einen Abschnitt „Physik der Erde“, dem auch Meteorologie und physikalische Geographie untergeordnet wurden. Sicherlich hing die Umordnung mit dem Wechsel der Redakteure zusammen.

Die schon erwähnte Geologie fand zu Lebzeiten von Abraham Gottlieb WERNER (1750–1817) wenig Anklang in der Wissenschaft. WERNER selbst trat mit Nachdruck dafür ein, daß unter Geologie die Sammlung kühner Hypothesen über die Entstehung der Erde zu verstehen war und dagegen die auf Tatsachen beruhende positive Wissenschaft von der Erde den Namen Geognosie trug. Eine gewisse Abneigung, gegen die von WERNER angesprochenen Geologen zeigt auch MAYER (1805) deutlich in seinem zum „Lehrbuch über physische Astronomie, Theorie der Erde und Meteorologie“: „was die Geologie betrifft, so läßt sich darüber kaum mehr sagen, als was ich ... vorgetragen habe, wenn man zu den 80–100 Romanen über die Veränderungen der Erdoberfläche nicht noch einen neuen hinzufügen will“. Die Hypothesen zur Erdentstehung wurden vielfach in der Geogenie zusammengefaßt, und die Geologie wurde von WERNERs Schülern mehrfach neu definiert, was zum einen wohl daran lag, daß sich WERNERs geologische Ansichten über eine Gebirgsbildung nur aus dem Wasser nicht mehr halten konnten, und zum anderen wohl auch daran, daß in Frankreich und England die Geologie immer die allgemeine Bedeutung einer Lehre von der Erde beibehielt (z.B. de LAMÉTHÉRIE 1797, URE 1830).

Die dritte Erdwissenschaft, die in dieser Zeit neben der Geologie und Geognosie eine bedeutende Entwicklung durchlief, war die Geographie. Eine neue Periode in der Entwicklung der Geographie setzte durch die Arbeiten von Leopold von BUCH und Alexander von HUMBOLDT ein. Die methodischen Arbeiten von Leopold von

BUCH bildeten eine Grundlage für die gesamte Geographie, und unter L. v. BUCH reifte die Geographie zu einer Wissenschaft heran.

Auch A. v. HUMBOLDTs Wirken war für die Geographie außerordentlich bedeutsam. Seine zahllosen eigenen Erfahrungen und Beobachtungen in vielen Gegenden der Welt verband er mit Ergebnissen anderer Forschungsreisender und hat dabei nicht nur Probleme gelöst, sondern auch ganz neue Wissenschaftsgebiete erschlossen, wie die Pflanzengeographie und die Klimatologie. Für die Geognosie hat A. v. HUMBOLDT ebenfalls Grundlegendes geleistet und geophysikalische Aufgaben übernahm er auch: er wies, um nur ein einziges Beispiel zu nennen, die Abnahme der Magnetfeldstärke vom Pol zum Äquator nach und schuf eine relative Skala für die Intensität des Feldes, indem er sie am magnetischen Äquator in den Anden gleich 1,0 setzte. Die zahlreichen Einzelarbeiten auf Teilgebieten der Geophysik lassen ihn als einen Wegbereiter dieser Fachdisziplin erscheinen, wenngleich er wesentliche Interessen der Geognosie und Geographie vertrat.

Die vielleicht bedeutendste Autorität auf dem Gebiete der Geographie jener Zeit war Carl RITTER (1779–1859). Er hat die Geographie so geformt, daß leicht diese Disziplin RITTERsche Geographie genannt werden konnte. RITTERs Hauptverdienst war dabei, alle geographischen Tatsachen unter die leitende Idee der Kultur gestellt zu haben, was ganz im Sinne KANTScher Gedanken war: „Die Idee ist architektonisch; sie schafft die Wissenschaften“ (KANTS Schriften 1923). RITTERs Wissenschaft war eine historische, eine Beschreibung des Zustandes der Erde in allen ihren Verhältnissen. Die Geographie war für ihn das Band der Natur und Menschenwelt, wie LÜDDE (1842) zitiert. Diese nicht klar definierbare Geographie mit ihrer anthropozentrischen Struktur und ihren teleologischen Prinzipien mußte angesichts der enormen Fortschritte in den Naturwissenschaften und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, auch von der Erde, zur Kritik herausfordern.

Die Kritik an der RITTERschen Geographie entfachte mutig ein junger Mann namens Julius FRÖBEL, der am System der Geographie ein lebhaftes Interesse hatte, aber selbst gar kein Berufs-Geograph war. Da Julius FRÖBEL als erster und eigentlich als ein Dilettant auch den Namen Geophysik erdachte, ist es angebracht, seinen Lebensweg ein wenig kennenzulernen.

Julius FRÖBEL wurde 1805 in Griesheim im thüringischen Fürstentum Schwarzburg-Rudolstadt geboren. Die Pfarrerrfamilie verlor sehr bald ihr Oberhaupt, und die hinterlassenen drei Söhne und eine Tochter waren auf die Hilfe der Mutter angewiesen, die es schaffte, den ältesten, nämlich Julius, für einige Zeit zum Gymnasium nach Rudolstadt zu schicken. Es ergab sich zufällig, als der Besuch des Gymnasiums für Julius nicht mehr möglich war, daß sein Onkel Friedrich FRÖBEL die „Allgemeine Deutsche Erziehungsanstalt“ in Keilhau einrichtete, in die Julius aufgenommen wurde. Seine dortige Erziehung scheint ihn besonders geprägt zu haben. Die Grundgedanken der Erziehung durch den Onkel waren (FRÖBEL 1890): eine allseitige Entwicklung von innen nach außen und Unterdrückung jeder individuellen Willkür, d.h. auch keine spezialisierte Förderung für bestimmte Berufe oder Lebensauffassungen.

Obwohl die Julius FRÖBEL eigene Allseitigkeit sicherlich das Ergebnis der Erziehungsmethode war, blieb ihm die Anstalt immer verhaßt. Dennoch entwickelten sich starke persönliche Beziehungen, die lange Zeit eine Gruppe Keilhauer zusammenhielt. FRÖBEL lernte in der Erziehungsanstalt nämlich drei Lehrer schätzen, die für ihn von besonderer Wichtigkeit sein sollten. Es waren E. H. MICHAELIS, mit dem FRÖBEL die Anstalt verließ, um als sein Gehilfe bei den topographischen Aufnahmen des Schwarzwaldes, im Breisgau und Elsaß mitzuwirken; ferner C. F. SCHÖNBEIN, der spätere Professor für Chemie in Basel, mit dem er noch lange Zeit in Kontakt blieb, und als dritter der Historiker Karl HERZOG.

MICHAELIS vermittelte FRÖBEL Grundkenntnisse zur Geographie und Fertigkeiten als Kartograph und Lithograph, mit denen er während seiner anschließenden Studien sein Brot verdiente. FRÖBEL schrieb später an SCHÖNBEIN (19.08.1830) darüber: „die Zeit, welche ich mit MICHAELIS zugebracht, wird mir so nützlich, als hätte ich sie auf einer Universität verlebt.“ MICHAELIS war ein Mitarbeiter von A. v. HUMBOLDT (BECK 1961b), so daß sich vielleicht FRÖBEL dadurch ermutigt sah, später die Verbindung zu A. v. HUMBOLDT zu suchen.

1827 ging FRÖBEL zum Studium nach München. Er hörte Naturphilosophie, Zoologie, Botanik und Oryktognosie, aber auch Chemie und „trieb so allerhand und nichts mit ausdauernder Gründlichkeit“ (FRÖBEL 19.08.1830). Es ging ihm im wesentlichen darum, Systeme in der Natur zu erkennen: „Systeme spielen hauptsächlich in der Naturgeschichte eine große Rolle, deren Prinzipien eigentlich noch so sehr im Unbestimmten schweben“ (FRÖBEL, 19.08.1830).

Dies schrieb er an SCHÖNBEIN nach Basel, als er bereits nach Vermittlung (BECK 1961b) durch den Brasilienforscher Karl Friedrich Philipp von MARTIUS eine Beschäftigung im Weimarer „Landes-Industrie-Comptoir“ gefunden hatte. In diesem für geographische Literatur bekannten Verlag arbeitete er sich richtig in die Geographie ein. Er übersetzte Literatur aus dem englischen (z.B. URE 1830) und teilte SCHÖNBEIN enthusiastisch mit (FRÖBEL, 19.08.1830), „daß alles, was ich bisher getrieben habe, Mittel für die Geographie ist, und daß ich mir vorgenommen habe, auf diese Wissenschaft alle meine Kräfte zu konzentrieren. Es schwebt mir dabei eine Gestalt derselben vor, welche von ihrer jetzigen ... durchaus verschieden ist. – Sie ist mir eine Naturwissenschaft –.“ Neben seiner Tätigkeit in Weimar studierte er noch in Jena hauptsächlich Chemie und promovierte 1832. Nach der Promotion verließ er Weimar und Jena. Er ging nach Berlin und hatte einen freundschaftlichen Kontakt zu Alexander v. HUMBOLDT und dem Hause MENDELSSOHN. Auf Empfehlung von A. v. HUMBOLDT kam er 1833 als Oberlehrer für Geschichte und Geographie an die Untere Industrieschule nach Zürich. Diese Zeit gehörte zur Hauptschaffensperiode auf dem Gebiete der Geographie. Zwischenzeitlich hatte sich nun das ereignet, was die Namengebung der Geophysik initiierte: Das im Brief an SCHÖNBEIN 1830 vage angedeutete System der Geographie als einer Naturwissenschaft hatte FRÖBEL 1831 zum ersten Mal formuliert. Er war sich bewußt, daß er damit die vorherrschende Methodik und speziell Carl RITTER angriff. BECK (1961

a, b) berichtete ausführlich über diesen Gelehrtenstreit, auch MÜLLER (1908) untersuchte ausführlich die durch FRÖBEL entfachte Diskussion um die Geographie.

Obwohl RITTER den jungen Kritiker ernst nahm, indem er sogleich auf seinen Angriff mit einer Antwort parierte (RITTER 1831), war sich FRÖBEL wohl im klaren, daß er ihm unterliegen würde. Zu groß war die Zahl der Anhänger von RITTER, die die Kritik allein durch Passivität abwehren konnten.

Wie stellte sich nun FRÖBEL die Geographie vor, in der auch die Geophysik ihren Platz fand: Ein Grundprinzip war die Betrachtung der Erde als Ganzes, als ein Individuum im Raume. Im Gegensatz zu RITTER, der die einzelnen Länder individualisierte, wollte FRÖBEL für alle Elemente der Geographie den Bezug zum Erdganzen stets hergestellt wissen. Der Bezug aller Elemente auf das Erdganze war für ihn die leitende Idee, die architektonisch eine reine Erdkunde als Naturwissenschaft schaffen sollte, architektonisch im Sinne KANTScher Gedanken. „Rein“ sollte sozusagen ein verbales Gütezeichen einer Naturwissenschaft Erdkunde sein, so wie reine Mathematik, reine Physik. Bei einer solchen Auffassung der Geographie war das teleologische Prinzip, daß RITTER so erfolgreich eingesetzt hatte, im Wege; denn nach dem Zwecke zu fragen, konnte in einer Naturwissenschaft nicht geduldet werden. FRÖBEL gliederte auch seine reine Erdkunde in klar definierte Teilgebiete, die zum einen eine beschreibende Abteilung und zum anderen eine theoretische Abteilung bildeten. Klare Definitionen und Abgrenzungen von Gebieten mied RITTER, was auch ein Ansatzpunkt zur Kritik war. Das System von FRÖBEL war gut konzipiert und stand in seinem Grundaufbau in Einklang mit Ansichten A. v. HUMBOLDTs (BECK 1961b).

Neben der zitierten Arbeit von FRÖBEL erschien ein Jahr später eine weitere (FRÖBEL 1832), die die vorausgegangene noch erläuterte und erweiterte.

Als FRÖBEL dann im Frühjahr 1833 nach Zürich ging, bekam er erst richtig Gelegenheit, sich aktiv für seine Erdkunde einzusetzen. Neben seinen Lehrerstellen an der Unteren und Oberen Industrieschule nahm er noch eine Privatdozentur für Mineralogie an der Universität Zürich an, wo er dann 1836 zum Professor ernannt wurde. Zusammen mit Oswald HEER gab er die Zeitschrift „Mitteilungen aus dem Gebiete der Theoretischen Erdkunde“ heraus, von der jedoch nur 2 Hefte 1834 erschienen. Der Leserkreis war zu klein, als daß die Druckkosten hätten gedeckt werden können (FRÖBEL 1890). Der Inhalt beider Hefte wurde dann 1836 nochmals geschlossen als ein Band herausgegeben. Darin erläutert FRÖBEL wiederholt sein System der Geographie in abgeklärter und deutlicher Form mit wesentlichen Ergänzungen. In diesen Heften erscheint die Geophysik als Name. Auf der Suche nach einer kosmologischen Monographie der Erde mochte FRÖBEL (1834) gern die Geologie im weitesten Sinne des Wortes als eine Theorie der Erde verstanden wissen. Als eine allgemeine Naturlehre der Erde stellt er auch folgende Namen zur Diskussion: Physik der Erde, Geophysik, theoretische Erdkunde. Er schränkt die letzteren Begriffe jedoch wieder ein, indem er sagt, daß kein anderer einfacher Name vollständig passe. „Man könnte Geophysik sagen, wenn man darunter nicht wahrscheinlich allgemein die Betrachtung bloß derjenigen Verhältnisse der Erde verstehen würde, welche den

verschiedenen Kapiteln der Experimentalphysik entsprechen, so daß die Geographie der organischen Natur sowie die Lehre von der geographischen Verteilung der Mineralmassen ausgeschlossen bliebe“ (FRÖBEL 1834, S. 27). Diese klassische Definition einer sich erst etwa 50 Jahre später konstituierenden Fachdisziplin geriet leider sehr bald wieder in Vergessenheit.

FRÖBEL huldigte seiner Leidenschaft, Systeme der Natur zu bestimmen, auch in einem weiteren Werk: „Grundzüge eines Systems der Kristallologie“ (FRÖBEL 1843). FRÖBELs Interesse an den Geowissenschaften fand mit dem Septemberputsch in Zürich (06.09.1839) ein jähes Ende. Er schrieb am 07.05.1841 an SCHÖNBEIN nach Basel: „Der 6. Sept., ruhmwürdigen Andenkens, hat curioserweise bei mir eine solche Vorliebe und ich möchte sagen, einen verborgenen Sinn für das menschliche und namentlich das öffentliche Leben entwickelt, daß ich bei der Mineralogie vor Ungeduld verbrannt wäre, ...“.

FRÖBEL versuchte in den vierziger Jahren als Verleger und Publizist sein Auskommen zu haben, ging von der Schweiz nach Sachsen und lebte von 1846–1848 in Dresden, wo er den Plan faßte, eine 35-bändige Enzyklopädie: „Hausbibliothek aller Natur- und Geisteswissenschaften“ herauszugeben. Ein Prospekt war gedruckt, und den 1. Band wollte er selbst übernehmen: „ein Bild der Natur und des Menschenlebens auf der Erde“ (FRÖBEL 1980). Nach eigenen Angaben hatte FRÖBEL bereits reiches Material von Vorarbeiten. Es ist gänzlich verschollen. Die politischen Vorkommnisse in Deutschland durchkreuzten den Plan von FRÖBEL. Er wurde in die deutsche Nationalversammlung 1848 gewählt.

1849 ging er nach Auflösung des Rumpfparlaments nach Amerika, kehrte aber 8 Jahre später nach Europa zurück, war in verschiedenen Verlagen tätig und trat 1876 in den Konsulardienst des Deutschen Reiches. Nach seiner Rückkehr verbrachte er seine letzten Jahre von 1888 bis 1893 in Zürich, wohin ihm seine Mutter und Geschwister einst gefolgt waren. Ein lebendiges Bild über FRÖBELs Wirken und Schaffen sowohl als Geowissenschaftler wie auch als Politiker und Publizist hat er selbst in seiner Autobiographie hinterlassen.

Wie nun der Weg der Geophysik weiter verlief, ist wenig erleuchtet. FRÖBELs Schrifttum blieb jedenfalls nicht ungelesen, wenngleich kaum von Zitaten Gebrauch gemacht wurde. Es sei nochmals an das gute freundschaftliche Verhältnis zwischen FRÖBEL und SCHÖNBEIN aufmerksam gemacht, der 1838 seine Geochemie definierte. Die Geochemie ist sicherlich eine gedankliche Fortentwicklung der FRÖBELschen Geophysik, die erstmals 1834 und dann 1836 nochmals vorgestellt wurde, und bei dem persönlichen Kontakt zwischen beiden kann angenommen werden, daß SCHÖNBEIN über FRÖBELs Schrifttum im Bilde war.

Die Auseinandersetzungen in der geographischen Methodik blieben auch im Verlag des Bibliographischen Instituts in Hildburghausen/Thüringen nicht verborgen. Im „Handbuch der neuesten Erdbeschreibung“ von BRÜCKNER (1837) wird im Vorwort darauf angespielt: „Es bewegt sich nämlich der Gang dieses Handbuchs zwischen den zwei einander bekämpfenden Methoden unserer Geographen, zwischen der zerstreuen und der aufhäufenden“.

Es lag an den Maximen von Josef MEYER, der mit seinem Verlag zur Bildung der Volksmasse einen wesentlichen Beitrag leisten wollte, nach seinem Motto: Bildung macht frei. Mit diesem ideellen Auftrage wurde auch sein Konversationslexikon versehen, in dem nach FRÖBEL erstmals wieder die Geophysik (KERTZ 1979) auftaucht. In den Richtlinien für die Mitarbeiter am Lexikon schreibt MEYER (HOHLFELD 1926): „immer aber sind die neuesten Ereignisse, der neueste Stand der Sache hervorzuheben“ und an anderer Stelle: „auf das Neueste in der Literatur vorzügliche Rücksicht zu nehmen“. Die erste Lieferung des 1. Bandes erschien 1839 und die letzte des Werkes wurde 1852 ausgegeben. Der Artikel zum Stichwort Geophysik erschien 1848; es war der 12. Band. Während der politischen Ereignisse 1848/49 wurde das Lexikon zu einem unmittelbaren Zeugnis der politischen Abläufe. „In die Urheberschaft des Werks, das letzten Endes doch auch in allen Einzelheiten Joseph MEYERs Werk war, teilten sich 120 Schriftsteller“ (HOHLFELD 1926). Es läßt sich nur darüber spekulieren, wer der Verfasser des Artikels Geophysik war. Zunächst könnte man an FRÖBEL selbst denken. Die abgehandelten Elemente der Geophysik: Eigenwärme des Erdkörpers, seine Dichtigkeit, der Erdmagnetismus und die tellurischen Lichterscheinungen entsprechen der FRÖBELschen Definition. Zu jener Zeit war FRÖBEL in Dresden (1846–1848) und arbeitete mit gleichen Intentionen wie MEYER an einer Enzyklopädie. Die politischen Anschauungen beider Männer waren doch auch sehr ähnlich. Von daher gesehen könnte ein Kontakt und Austausch von Material für durchaus möglich erscheinen. Bestärkt wird eine solche Vermutung noch erheblich durch den Umstand, daß FRÖBEL persönliche Beziehungen mit Hildburghausen, dem Verlagsort des Bibliographischen Institutes, verband. Seine Schwester lebte dort in der Irrenanstalt, wie FRÖBEL in seinem Lebenslauf berichtet. Sie konnte den Umzug aus der thüringischen Heimat nach Zürich seelisch nicht verarbeiten. Obwohl die dargelegten Indizien für FRÖBEL als Verfasser des Artikels Geophysik sprechen, lassen Einzelheiten einen anderen vermuten. FRÖBEL hätte sicherlich nicht geschrieben, daß Geophysik die Lehre von den physischen Erscheinungen im Innern der Erde sei, sondern der Erde als Ganzes. Ihm ging es doch um die Gesamterde, eine Vorstellung, die er bestimmt bei der Ausführlichkeit des Artikels deutlicher ausgedrückt hätte.

Der Verdacht wird auf einen Mann gelenkt, der 1849 ein System der Geologie ausführlich darlegt, dem das FRÖBELsche System der Geographie zweifelsfrei als Vorbild vorlag. Es ist der zu jener Zeit in Leipzig tätig gewesene Carl Friedrich NAUMANN, Professor der Mineralogie und Geognosie. Er ordnete (NAUMANN 1849) die Geophysik der Geognosie unter und diese wiederum der Geologie, so daß er durchaus sagen konnte, die Geophysik bildet das Verbindungsglied zwischen Geologie und Geognosie. Einen Verweis auf das Stichwort Geophysik gibt es im Lexikon bei den Erdwissenschaften nur im Artikel zur Geognosie. Diese Tatsache spricht sehr dafür, daß der Geognost NAUMANN die Artikel Geophysik und Geognosie geschrieben hat. Die Geologie stammt aus einer ganz anderen Feder. Der Artikel erscheint schon für die damalige Auffassung von der Geologie leicht antiquiert und so gar nicht den Reglementen MEYERs folgend. Die Geographie ihrerseits konnte in

der dargestellten Form nur von einem überzeugten RITTER-Anhänger stammen. Die Einflechtung FRÖBELscher Gedanken in einer allgemeinen physischen Geographie war nur recht und billig.

Der Weg der Geophysik verläuft nun weiter zu C.F. NAUMANN. Seine Vorstellungen über die Geophysik bringt er 1849 eigentlich kaum zum Ausdruck. Man muß sie im Zusammenhang seines Systems der Geologie sehen. NAUMANN definiert die Geologie als Wissenschaft von der Natur des Erdkörpers, vereinigt in sich die Naturbeschreibung und Naturgeschichte desselben; FRÖBEL nannte sie eine kosmische Monographie von der Erde, eine allgemeine Naturlehre der Erde. Eine solche Auffassung von der Geologie war nicht allgemein, aber mit NAUMANNs System begann sich diese neue Geologie allmählich zu etablieren. Das allgemeine Schema sah nach NAUMANN folgendermaßen aus: Die Geologie bestand aus I. der Geognosie, der Wissenschaft von der Natur des Erdkörpers nach seiner gegenwärtigen Erscheinungsweise, und II. der Geognosie, der Wissenschaft von den frühen Zuständen des Planeten. Die Geognosie teilte er wiederum auf in II. 1 die Geognosie des Erdganzen, zu der er zählte: a) die Geodäsie, b) die Geophysik und c) die Abyssologie, und in II. 2 die Geognosie der peripherischen Erdglieder, zu der er a) die Chthonologie (= Geologie der festen Erdkruste), b) die Hydrographie und c) die Atmosphärologie (= Meteorologie) zählte.

Von NAUMANNs Lehrbuch der Geognosie sind zwei Auflagen erschienen, von denen die 2. Auflage 1858 das System etwas abgewandelt wiedergibt: Die Geognosie des Erdganzen ist nun unterteilt in a) Geodäsie, b) Geodynamik und c) Geophysik. Seine Schöpfung der Abyssologie, die die Natur des unerreichbaren tieferen Erdinnern zum Inhalt haben sollte, hat er der Geophysik untergeordnet. Die Geodynamik hat er als neue Disziplin eingeführt. NAUMANN (1858) erläutert keine Aufgaben der einzelnen drei Abteilungen getrennt, sondern gibt an, womit sich die Geognosie des Erdganzen beschäftigt, nämlich mit der Gestalt und Größe der Erde, mit ihren Bewegungen und mit den allgemeinen physikalischen Verhältnissen unseres Planeten (Dichtigkeit, Erdwärme, Vulkanismus und Erdmagnetismus). Er verwendet dafür fast 300 Seiten seiner 2-bändigen 1. Auflage und ebenso viele seiner 3-bändigen 2. Auflage. Man könnte diesen Teil als eine erste Monographie der Geophysik nach PARROT (1815) auffassen.

Es ist sicher nicht übertrieben zu sagen, NAUMANN hatte eine überschwengliche Vorliebe für neue Namen in den Wissenschaften. Er war wohl auch der erste, der auf SCHÖNBEINs Namengebung Geochemie ausführlich im Abschnitt Petrographie einging. Da jeglicher Hinweis auf FRÖBEL fehlt, könnte man geneigt sein, NAUMANN als zweiten Erfinder des Namens Geophysik anzusehen, wenn das geologische System vom prinzipiellen Aufbau her nicht soviel Gemeinsames mit dem FRÖBELschen hätte. NAUMANN hat noch eine Reihe weiterer Namen geprägt, auch mit dem Präfix „Geo“ und zwar Geotektonik, Geodynamik und Geothermik. Als Geotektonik definiert NAUMANN die Architektur der äußeren Erdkruste.

Die Geodynamik wird ebensowenig wie die Geophysik und Geodäsie separat definiert. Geothermik ist als Synonym zur „Temperatur des Erdinnern“ zu verstehen,

wobei es im wesentlichen um die thermischen Verhältnisse der oberen Erdkruste geht. Für den thermischen Zustand des Erdkörpers im allgemeinen wird heute der viel jüngere Name Geothermie benutzt und als Kapitel der angewandten Geophysik, also für eine angewandte Geothermie ist Geothermik beibehalten worden. In der Regel enden die Teilgebiete der erst in diesem Jahrhundert zur vollen Entfaltung gekommenen angewandten Geophysik auf „-ik“.

Carl Friedrich NAUMANN (1797–1873) promovierte 1819 in Jena, wo er sich auch 4 Jahre später habilitierte. 1826 erhielt er einen Ruf an die Bergakademie Freiberg als Professor der Kristallographie. 1835 erhielt er auch die Professur für Geognosie; schließlich siedelte er 1842 nach Leipzig über, wo er Professor der Mineralogie und Geognosie wurde. Nach einer 30-jährigen Schaffensperiode in Leipzig ging er nach Dresden und verbrachte dort sein letztes Lebensjahr (Allg. Deutsche Biogr. 1904). Äußerst umfangreich ist sein Schrifttum auf den Gebieten der Kristallographie, Mineralogie und Geognosie.

In der unmittelbaren Folgezeit wurde nun die Geophysik gar nicht mehr als Teil einer Geognosie des Erdganzen gesehen. Adolf MÜHRY (1810–1888) benutzte den Namen als nächster. Bei seiner Vorliebe, Wörter mit Bindestrich zu schreiben, ist bei ihm Geo-Physik statt Geophysik zu lesen. Den ersten Hinweis auf seine Benutzung des Wortes „Geo-Physik“ gab MÜHRY 1858 in einer Fußnote seines Buches „Klimatologische Untersuchungen oder Grundzüge der Klimatologie in ihrer Beziehung auf die Gesundheits-Verhältnisse der Bevölkerungen“.

MÜHRY ging es darum, auf mögliche Zusammenhänge der Physiologie und Heilkunde zu der „ein Ganzes bildenden Meteoration der Erde, zur Geo-Physik“ aufmerksam zu machen. Für ihn war die Geophysik eine Hilfswissenschaft, aber eher an der Meteorologie orientiert als an den allgemeinen physikalischen Erscheinungen der Erde. 1863 erschien dann nochmals von ihm ein Heft „Beiträge zur Geo-Physik und Klimatographie“, in dem die Geophysik in der eben erläuterten Weise verstanden werden muß. GÜNTHER (1897) gibt diesen Titel als die erste Namensnennung der Geophysik an, jedoch hat KERTZ (1979) aufgezeigt, daß der Name bereits vor MÜHRY benutzt wurde, nämlich in MEYERs Conversationslexikon 1848.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts häuften sich schon die Nennungen des Namens Geophysik, doch nicht bei den Geologen, sondern bei den Geographen. Die wiedererwachte Kritik an der RITTERschen Geographie hat zur Renaissance der FRÖBELschen Gedanken geführt und damit auch zur häufigeren Benutzung der durch NAUMANN näher umrissenen Geophysik. Die Entwicklung, die die Geographie durchlief, charakterisierte SPÖRER (1870), indem seit dem Ausgange der vierziger Jahre ein entschiedenes Vorwiegen und Überwuchten des physikalischen Elementes in der Erdkunde und die parallele Entwicklung eines Hinsiehens des historischen Elementes zu beobachten waren, womit gleichzeitig für die historische Erdkunde in der neueren RITTERschen Schule Sinn und Verständnis abhanden kamen.

SPÖRER führte diese Entwicklung nicht auf die enorme Zunahme naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zurück, sondern auf die „von oben her betriebene, grund-

sätzliche Vernachlässigung echt philosophischer, kritisch-historischer Durchbildung der jüngeren Generation“. SPÖRER benutzte nicht den Namen Geophysik, er sagte „Erdphysik“ für Teile der physischen Geographie. Nach ihm hat vor allem MAURY (1856) die Wissenschaft von der Erdphysik entschieden gefördert, aber auch H. BUFF (1850) wird genannt. Das Buch von MAURY: „Die physische Geographie des Meeres“ erschien 3 Jahre später in einer 2. Auflage und konnte als Vorbild naturwissenschaftlicher Arbeitsweise angesehen werden.

Die Benutzung des Wortes Geophysik bei Georg von NEUMAYER anlässlich eines Vortrages bei der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg 1871 (GÜNTHER 1897, KERTZ 1979) fällt im damaligen Gebrauch des Wortes etwas aus dem Rahmen. Eine solche Geophysik, wie sie von NEUMAYER versteht, liegt der Auffassung von MÜHRY weit näher als der von FRÖBEL oder NAUMANN und entspricht inhaltlich dem, was MAURY (1856) unter physischer Geographie des Meeres versteht. Das Wiederentdecken des Namens Geophysik im Dienste der Geographie hat schließlich ihre Eigenständigkeit begründet. Es könnte sein, daß Freiherr Ferdinand von RICHTHOFEN in seinen Darlegungen über „die heutigen Aufgaben der wissenschaftlichen Geographie“ (1877) der erste war, der auf NAUMANNs Geophysik aufbaute. Unter Geophysik verstand v. RICHTHOFEN die Physik des Erdkörpers selbst und nicht die klimatischen Zustände und atmosphärischen Bewegungen, die bei MÜHRY und von NEUMAYER weit wichtiger erscheinen.

von RICHTHOFEN benutzte die Geophysik zur Abgrenzung der Aufgaben seiner wissenschaftlichen Geographie. Die Geophysik wird von ihm keineswegs in die Geographie integriert, sondern spielt die Rolle einer durchaus selbständigen Hilfswissenschaft. MARTHE (1877) geht in seiner Abhandlung zur Methodik der Geographie auf die Rolle der Geophysik nur indirekt ein. Seine Forderung nach wissenschaftlicher Arbeitsteilung beläßt der Geographie das Objekt Erde nicht zum alleinigen Besitz, sondern erlaubt speziellen Erdwissenschaften in einer Arbeitsteilung die Untersuchungen am Objekt Erde mit ihren jeweils eigenen Methoden. Die Anerkennung eines solchen Postulats führt geradewegs auf eine Fachdisziplin Geophysik als eine spezielle Erdwissenschaft mit der ihr eigentümlichen Behandlungsweise, die Erde nach mathematisch-physikalischen Methoden zu untersuchen.

Als ein aktiver Betreiber einer Verselbständigung der Geophysik zeichnet sich Hermann WAGNER (1840–1929) ab. Er studierte und promovierte in Göttingen, bekam 1876 den Ruf als Professor der Geographie nach Königsberg und kehrte als Nachfolger von J.E. WAPPÄUS nach Göttingen zurück. Mit der Erde als Ganzes beschäftigte er sich schon 1870: seine „Dimension des Erdsphäroids nach Bessels-Elementen“ zeigte deutlich seine Neigung, die Geographie nicht nur als politisch-historische Wissenschaft zu betrachten. Er ging auch als erster auf die Geophysik des Freiherrn von RICHTHOFEN ein (WAGNER 1978), und zwar in dem Artikel, mit dem er sich als neuer Herausgeber des Geographischen Jahrbuchs einführte: „Der gegenwärtige Standpunkt der Methodik der Erdkunde“.

Innerhalb weniger Jahre gewann er zu Mitwirkenden des Jahrbuchs eine Zahl Männer, die sehr bald als Geophysiker sich einen Namen machten. Zunächst ist Karl ZÖPPRITZ (1838–1885) zu nennen. ZÖPPRITZ wurde 1880 als Nachfolger des nach Göttingen gegangenen H. WAGNER die Professur für Geographie in Königsberg zugesprochen. Er ist derjenige, der die Geophysik als Fachdisziplin konstituierte, indem er ihr das, was unter mathematischer Geographie verstanden wurde, und Teile der physischen (= physikalischen) Geographie zuordnete. Im wesentlichen sind es auch die Elemente, die schon HOPKINS (1838) seiner „physical geology“ eingliederte. Ganz analog zu der Reihe von Referaten, die WAGNER über die Methodik der Erdkunde in seinem Jahrbuch verfaßte, verfuhr ZÖPPRITZ mit der Geophysik. Zunächst gab es ein Resümee des bisher Bekannten: „Der gegenwärtige Standpunkt der Geophysik“ (ZÖPPRITZ 1881a), dann folgten die Berichte über die „Fortschritte der Geophysik“ (ZÖPPRITZ 1883). Er referierte nicht nur, sondern zeigte auch eigene Wege zum Fortschritt auf (ZÖPPRITZ 1881b). Daß die Geophysik-Abhandlungen immer an erster Stelle des Jahrbuches erschienen, verdeutlicht WAGNERs ernsthaftes Interesse an eine Fachdisziplin Geophysik. WAGNERs Saat ging sehr rasch auf und trug reichlich Früchte vor allem bei Mitarbeitern des Jahrbuches, die sich um die Geophysik bemühten und verdient gemacht haben. Es sind noch zu nennen: Karl v. FRITSCH, Georg GERLAND und Sigmund GÜNTHER.

v. FRITSCH (1888) wandelt zwar in seinem Buch „Allgemeine Geologie“ die Geophysik leicht ab, indem er Geophysiographie sagt, stellt aber die gleichen Elemente hinein.

GERLAND gab ab 1887 eine eigene Zeitschrift mit dem Titel „Beiträge zur Geophysik“ heraus. Er hatte jedoch kein so großes Interesse an eine Verselbständigung der Geophysik, sondern wollte sie untrennbar mit der Geographie vereinen. Man gewinnt den Eindruck, als wollte GERLAND die Geographie selbst in Geophysik umbenennen. GÜNTHER schließlich ist derjenige, der der Geophysik mit seinem „Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie“ (1884/85) als eigenständiger Wissenschaft zum Durchbruch verhalf.

Der erste Lehrstuhl für Geophysik wurde fast 15 Jahre später, 1898 in Göttingen eingerichtet, und Emil WIECHERT aus Königsberg erhielt den Ruf auf diesen ersten Lehrstuhl (KERTZ 1979).

Für das Zustandekommen dieser Untersuchung sei ganz besonders Herrn Prof. Dr. W. KERTZ (Braunschweig) gedankt, der mit seiner 1979 erschienenen Arbeit „Die Entwicklung der Geophysik zur eigenständigen Wissenschaft“ die vorliegende Abhandlung anregte.

Gedankt sei an dieser Stelle auch der Universitätsbibliothek Clausthal für die großzügige Hilfeleistung bei der Beschaffung der umfangreichen Literatur aus dem vergangenen Jahrhundert und der Öffentlichen Bibliothek der Universität Basel für die Erlaubnis, die genannten Briefe zu zitieren.

Literatur:

- Allgemeine Deutsche Biographie (Hrsg.: Historische Kommission bei der Königl. Akad. d. Wiss.), Leipzig (Dunker & Humblot) 1886.
- BECK, H.: Die Streitfälle Fröbel–Ritter und Peschel–Klößen, Petermanns Geograph. Mitt. **105**, 105–118, Gotha (Geograph.-Kartograph. Anstalt) 1961 a.
- BECK, H.: Alexander von Humboldt, Band II, S. 176–177, Wiesbaden (Steiner) 1961 b.
- BRÜCKNER, G.: Handbuch der neuesten Erdbeschreibung, Hildburghausen (Bibliograph. Inst.) 1837.
- BUFF, H.: Zur Physik der Erde. Vorträge für Gebildete über den Einfluß der Schwere und Wärme auf die Natur der Erde, Braunschweig (Vieweg & Sohn) 1850.
- FABRI, J. E.: Abriß der natürlichen Erdkunde insonderheit Geistig in ausführlicher Darstellung für Akademien und Gymnasien, Nürnberg (Bieling) 1800.
- FRITSCH, K. von: Allgemeine Geologie, Stuttgart (Engelhorn) 1888.
- FRÖBEL, J.: Brief an C. F. Schönbein, Weimar, den 19. 08. 1830, befindlich im Nachlaß Schönbein bei der Öffentlichen Bibliothek der Universität Basel.
- FRÖBEL, J.: Einige Blicke auf den jetzigen formellen Zustand der Erdkunde, Ann. Erd-, Völker- u. Staatenkunde (Hrsg.: H. Berghaus) **4**, 493–506, Berlin (Reimer) 1831.
- FRÖBEL, J.: Über die Unterscheidung einer Erdkunde als eigentlicher Naturwissenschaft und einer historischen Erdkunde, Ann. Erd-, Völker- u. Staatenkunde (Hrsg.: H. Berghaus) **6**, 1–10, Berlin (Reimer) 1832.
- FRÖBEL, J.: Entwurf eines Systems der geographischen Wissenschaften I, Mittheil. aus d. Gebiete d. Theoret. Erdkunde (Hrsg.: J. Fröbel & O. Heer) **1**, 1–35, Zürich (Füssli & Co.) 1834.
- FRÖBEL, J.: Brief an C. F. Schönbein, Zürich, den 07. 05. 1841, befindlich im Nachlaß Schönbein bei der Öffentlichen Bibliothek der Universität Basel.
- FRÖBEL, J.: Grundzüge eines Systems der Krystallogie oder der Naturgeschichte der unorganischen Individuen, Zürich u. Winterthur (Literar. Comptoir) 1843.
- FRÖBEL, J.: Ein Lebenslauf – Aufzeichnungen, Erinnerungen und Bekenntnisse, 2 Bde., Stuttgart (Cotta) 1890 und 1891.
- GERLAND, G.: Beiträge zur Geophysik (Hrsg.: G. Gerland) **1**, I–LIV, Stuttgart (Schweizerbart) 1887.
- GILBERT, L. W.: Physikalische Merkwürdigkeiten, aus der Beschreibung von De La Prouse's Entdeckungsreise: ausgezogen vom Herausgeber, Annalen der Physik (Hrsg.: L. W. Gilbert) **6**, S. 304, Halle (Renger) 1800.
- GÜNTHER, S.: Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie, 2 Bde., Stuttgart (Enke) 1884 und 1885.
- GÜNTHER, S.: Handbuch der Geophysik, 2. Aufl., Band 1, S. 37, Stuttgart (Enke) 1897.
- HOHLFELD, J.: Das Bibliographische Institut. Festschrift zu seiner Jahrhundertfeier, Leipzig (Bibliograph. Inst.) 1926.
- HOPKINS, W.: Researches in physical geology, Transactions Cambridge Phil. Soc. **6**, 1–84, Cambridge 1838.
- KANT's gesammelte Schriften (Hrsg.: Königl. Preuß. Akad. Wiss.), Band 9, Berlin u. Leipzig (de Gruyter & Co.) 1923.
- KERTZ, W.: Die Entwicklung der Geophysik zur eigenständigen Wissenschaft, Mitt. der Gauß-Gesellschaft E. V. Göttingen, Nr. 16, 41–54, Göttingen 1979.
- KÜHN, K. A.: Handbuch der Geognosie, Band 1, Freiburg (Craz u. Gerlach) 1833.
- LAMÉTHÉRIE, de: Theorie der Erde, aus d. Franz. von C. G. Eschenbach mit einem Anhang von J. R. Forster, Leipzig (Breitkopf & H.) 1797.
- LÜDDE, J. G.: Die Methodik der Erdkunde oder Anleitung, die Fortschritte der Wissenschaft der Erdkunde in den Schul- und akademischen Unterricht leichter und wirklich einzuführen. Nebst Bemerkungen über die Wissenschaft der Erdkunde und Kritiken über deren neueste didactische Literatur, Magdeburg (Baensch) 1842.

- LULOFS, J.: Einleitung zu der mathematischen und physikalischen Kenntniss der Erdkugel, aus d. Holländ. von A. G. Kästner, Göttingen u. Leipzig (Weidmann in Leipzig) 1755.
- MARTHE, F.: Begriff, Ziel und Methode der Geographie und v. Richthofen's China, Bd. 1, Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin **12**, 422–478, Berlin (Reimer) 1877.
- MAURY, M. F.: Die physische Geographie des Meeres, dtsh. bearbeitet C. Boettger, Leipzig (Mayer) 1856.
- MAYER, J. T.: Lehrbuch über die physische Astronomie, Theorie der Erde und Meteorologie, Göttingen (Dietrich) 1805.
- MEYER's Großes Conversationslexikon, Band 12, Hildburghausen (Bibliograph. Inst.) 1848.
- MÜHRY, A.: Klimatologische Untersuchungen der Grundzüge der Klimatologie in ihrer Beziehung auf die Gesundheits-Verhältnisse der Bevölkerungen, Leipzig u. Heidelberg (Winter) 1858.
- MÜHRY, A.: Beiträge zur Geo-Physik und Klimatographie, Leipzig u. Heidelberg (Winter) 1863.
- MÜLLER, G.: Die Untersuchungen Julius Fröbels über die Methoden und die Systematik der Erdkunde und ihre Stellung im Entwicklungsgange der Geographie als Wissenschaft, Diss. Phil. Fak. Univ. Halle, Halle (Kaemmerer & Co.) 1908.
- NAUMANN, C. F.: Lehrbuch der Geognosie, Band 1, Leipzig (Engelmann) 1849.
- NAUMANN, C. F.: Lehrbuch der Geognosie, Band 1, 2. Aufl., Leipzig (Engelmann) 1858.
- PARROT, G. F. von: Grundriß der theoretischen Physik, Theil 3: Grundriß der Physik der Erde und Geologie, Riga u. Leipzig (Meinshausen) 1815.
- RICHTHOFEN, Freiherr F. von: China, Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien, Band 1, S. 730–732, Berlin (Reimer) 1877.
- RITTER, C.: Schreiben an H. Berghaus in Beziehung auf den vorstehenden Aufsatz des Herrn Julius FRÖBEL, Ann. Erd-, Völker- u. Staatenkunde (Hrsg.: H. Berghaus) **4**, 506–520, Berlin (Reimer) 1831.
- SCHMIDT, E.: Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie, Theile 1 u. 2, Göttingen (Vandenhoeck u. Ruprecht) 1829 u. 1830.
- SPÖRER, J.: Zur historischen Erdkunde, Geograph. Jahrbuch (Hrsg.: E. Behm) **3**, 326–420, Gotha (Perthes) 1870.
- URE, A.: Neues System der Geologie, Weimar (Landes-Industrie-Comptoir) 1830.
- WAGNER, H.: Die Dimension des Erdsphäroids nach Bessel's Elementen, im metrischen Maasse mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse des Kartographen, Geograph. Jahrbuch (Hrsg.: E. Behm) **3**, I–LV, Gotha (Perthes) 1870.
- WAGNER, H.: Der gegenwärtige Standpunkt der Methodik der Erdkunde, Geograph. Jahrbuch (Hrsg.: H. Wagner) **7**, 550–636, Gotha (Perthes) 1878.
- ZÖPPRITZ, K.: Der gegenwärtige Standpunkt der Geophysik, Geograph. Jahrbuch (Hrsg.: H. Wagner) **8** (1880), 1–76, Gotha (Perthes) 1881 a.
- ZÖPPRITZ, K.: Über die Mittel und Wege zu besserer Kenntnis vom inneren Zustand der Erde zu gelangen, Verhandl. d. Deutschen Geographentages **1**, 15–28, Berlin 1881 b.
- ZÖPPRITZ, K.: Die Fortschritte der Geophysik, Geograph. Jahrbuch (Hrsg.: H. Wagner) **9** (1882), 1–42, Gotha (Perthes) 1883.